Über die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel

von

E. Suess,
w. M. k. Akad.

Im Laufe des letzten Jahrzehntes sind viele neue Erfahrungen über den Bau und die Vertheilung der grossen Faltenzüge der Erde gesammelt worden. Während früher eine synthetische Zusammenfassung solcher Erfahrungen höchstens für einzelne grössere Gebiete, wie z. B. für Europa, gewagt werden konnte, ist es heute möglich, rings um den Erdball die gegenseitigen Beziehungen der Gebirge wenigstens in ihren Hauptzügen zu erkennen.

Die nachfolgenden Zeilen enthalten das wesentliche Ergebniss eines solchen Versuches, welcher die ganze nördliche Hemisphäre umspannt. Die Menge der dabei benützten Materialien ist aber so bedeutend, dass ich völlig darauf verzichten muss, hier die Belege zu den Angaben beizubringen. Dieses ist, so wie die Darlegung aller Einzelheiten, einem anderen Orte vorbehalten. Ich habe mich sogar entschliessen müssen, wenigstens in dem ersten Theile des Nachfolgenden keinen jener zahlreichen Beobachter zu nennen, welchen ich Belehrung verdanke, und welchen, wenn man diesen vergleichenden Studien überhaupt einen Werth zugestehen will, allein das Verdienst gehört. Denn auf der einen Seite steht die Anstrengung, die Entbehrung, oft die Lebensgefahr und fast immer die Hingebung der besten Lebenskraft, auf der anderen Seite aber nur das Einsammeln der Früchte.

I.

Aus dem heutigen Stande der Beobachtungen scheint, so weit ich denselben kennen zu lernen in der Lage war, die folgende Vertheilung der Leitlinien in der nördlichen Hemisphäre sich zu ergeben:

1. Die Halbinsel Kanin mit dem Timangebirge, Nowaja Semlja und Waigatsch, der Ural sammt den Mugodjaren, bilden eine natürliche Gruppe von Bergzügen, deren südlichste sichtbare Stelle das vereinzelte Hervortreten alter Felsarten zwischen Kaspi und Aral am Flusse Tschegan in 46° 30′ darstellt.

Den uralischen Bergzügen folgt im westlichen Sibirien eine breite Zone von Falten, welche gegen Nordost streichen. Einer ihrer Züge veranlasst das Knie des Ischim. Sie erstrecken sich durch die Kirgisen-Steppe gegen Bajan Aul und Karkaralinsk, verschwinden unter dem Flachlande und erscheinen wieder bei Kolywan. Von dort streichen sie weiter gegen Nordost, schräge über den Ob und den Tom und legen sich quer vor den Gebirgszug des Salair, vor die Kohlenmulde von Kusnetzk und erreichen den Kusnetzk'schen Alatau. Wir nennen sie die kirgisischen Falten.

Die gegenseitigen Beziehungen der uralischen und der kirgisischen Falten sind nicht deutlich erkennbar, doch sieht man, dass beide vereint den wichtigsten Theil der Umgrenzung der westsibirischen Ebene, d. i. des Gebietes des Ob, ausmachen.

Hoch im Norden Sibiriens ziehen die Spuren eines wenig bekannten bogenförmigen Faltenzuges quer über den Taimyr und erreichen im Cap Tscheljuskin das Eismeer. Dieses ist der Taimyr-Bogen.

Ein viel grösserer Bogen beginnt mit westöstlichem Streichen an der Mündung des Olenek. Er zieht quer durch das Delta der Lena, wendet sich unter dem Namen Chara Ulach gegen Südost, bildet das Werchojan'sche Gebirge und findet seine Fortsetzung in dem auf unseren Karten in der Regel als Nord-Stanowoj bezeichneten Gebirgsstücke nördlich von der Ochota. Der Bogen vollführt eine neuerliche Beugung

welche jener ähnlich ist, die vom Lena-Delta zum Chara-Ulach führt.

Sein Hauptast erreicht auf diese Weise die Wasserscheide des Anadyr, das Cap der Tschutschken und die St. Laurenz-Insel. Dieses ist der Werchojan'sche Bogen.

Man kennt keinen Anschluss auf amerikanischem Boden. Die Zertrümmerung des Gebirges im Bering-Meere und die Bedeckung des westlichen Alaska mit tertiären Sedimenten erschweren den Vergleich. Im Inneren von Alaska aber treten Erscheinungen ganz anderer Art hervor. Ein grosser Gneisszug streicht beiläufig von West nach Ost etwa in der Richtung des Tanana-Flusses, N und S vom 64. Parallel, und in der Sehne des Bogens des Yukon; er wendet sich dann gegen OSO und SO, bildet die Wasserscheide zwischen Pelly und Lewes, folgt dem Laufe des Finlay und ist als die, wenn auch vielleicht örtlich unterbrochene Fortsetzung der archaischen Felsarten des Cariboo-Gebietes und der Golden Ranges in Britisch-Columbien anzusehen. Ihn begleiten, namentlich an seinem Nordrande, alte, durch Druck veränderte Sedimente, welche der Sitz des Goldreichthumes von Alaska sind. Diesen folgt weit gegen Nordosten und Osten die gefaltete und in Schuppen getheilte Zone, welche hier als die Rocky Mountains bezeichnet wird. Ihr Aussenrand zieht von der Mündung des Mackenzie bis Wyoming hinab. Mit anderen Worten: In Britisch-Columbien ist ein mächtiges, einseitiges, gegen Ost gefaltetes und überschobenes Gebirge vorhanden, dessen westlichen Theil der archaische Zug der Golden Ranges (Selkirk u. s. w.) bildet. Dieses in Britisch-Columbien gegen NNW streichende Gebirge wendet sich bogenförmig so, dass es im mittleren Alaska OW streicht und dort gegen Nord gefaltet ist.

Im Westen erreicht der alte Granit und Gneiss nicht mehr den unteren Yukon, wohl aber treten noch in niedrigen Bergen etwa in 65° n. Br. die goldführenden Gesteine an den Unterlauf des Flusses.

Dieses Gebirge ist daher dem Werchojan'schen Bogen ganz fremd. Dagegen erscheint an der Westküste Britisch-Columbiens ein sehr mächtiger Zug von Granit, an seiner Ostseite oft von vulcanischen Vorkommnissen begleitet. Er bildet

die Coast Ranges. Dieser zieht im Bogen N vom Mt. Elias vorüber, und dieser trifft aller Wahrscheinlichkeit nach in Schaarung mit dem Bogen der Aleuten zusammen.

Der Bogen der Aleuten ist der letzte gegen Osten, welcher die typische Gestalt der Inselbogen zeigt. Die Commandeurs-Inseln weichen in ihrer Zusammensetzung einigermassen von den Aleuten ab, so dass die Berührung mit Kamschatka zweifelhaft bleibt. Die am unteren Yukon und in den Aleuten verbreiteten, z. Th. marinen Tertiärablagerungen bilden wahrscheinlich auch die Insel Karagin; sie wurden auch im Golf von Penschin angetroffen und vielleicht bilden sie den Boden der Tundra, welche Kamschatka von dem Werchojan'schen Bogen trennt.

Alle bisher genannten Gebirgszüge stehen von der Halbinsel Kanin bis zum Berings-Meere entweder den eurasiatischen Falten ganz fremd gegenüber oder sie fügen sich wenigstens nicht in den Gesammtplan, welcher diese beherrscht. Alle sind nach West, Süd oder Ost gefaltet und gegen den Pol offen. Sie haben keine Äquivalente in Nordamerika, wenn diese nicht etwa in den Coast Ranges gesehen werden wollen. Horizontale paläozoische Tafeln breiten sich über den arktischen Archipel von Nordamerika.

2. Der Baikal und das Gebiet der Angara sind von einer grossen, hufeisenförmigen Zone von sehr alten gefalteten Felsarten umgeben. Dieselbe reicht gegen Nordost bis an die Einmündung des grossen Patom in die Lena (60° n. Br.) und hier streichen die Falten gegen Südwest. Auf der anderen Seite erblickt man sie gegen Nordwest bis unterhalb der Mündung der steinigen Tunguska in den Jenissei; hier ist das Streichen gegen Südost gerichtet und dieselbe Streichrichtung ist längs des Jenissei sogar bis zu dem 68° n. Br. in einzelnen Vorkommnissen verfolgt worden.

Dieses grosse Amphitheater ist auch gegen Nord offen. Es umschliesst die ostsibirische Ebene; an ihrem Rande fliesst die Lena in flach gelagerten paläozoischen Schichten, welche stellenweise bis in die cambrische Zeit zurückreichen. Das Amphitheater ist, wenigstens zum grossen Theile, älter als die cambrische Zeit.

Ein Bruch, welcher am rechten Ufer des Jenissei aus der Gegend N von Krasnojarsk bis in die Nähe der Mündung der steinigen Tunguska verläuft, begrenzt diese Felsarten gegen West. Ein zweiter, wahrscheinlich vorcambrischer Bruch liegt im Inneren des Amphitheaters nicht weit westlich vom Westrande des Baikal-Sees. Gegen Osten treten die alten Felsarten an den Jablonnoj, welcher ein Bruch oder eine Flexur ist, aber nicht ein Faltenzug.

Durch diese drei Senkungslinien, am Jenissei, westlich vom Baikal und am Jablonnoj, erhält das Gebiet der alten Felsarten mehr oder minder den Charakter eines Horstes, aber gegen Süden kann man dasselbe nicht abtrennen von Faltenzügen, an welchen bereits fossilführende paläozoische Sedimente theilnehmen. Insbesondere ist erkennbar, dass der Ost-Sajan vom West-Sajan gänzlich zu scheiden ist, und dass er seine weitere Fortsetzung unter Beibehaltung der ursprünglichen Richtung findet, den Jenissei oberhalb Krasnojarsk durchquert und erst westlich von demselben endet. Ergik targak heisst der Ost-Sajan, und diesen Namen werden wir für den ganzen Faltenzug bis über Krasnojarsk verwenden. Er scheint sich von dem Amphitheater alter Felsarten am Baikal orographisch nicht scharf abzutrennen, obwohl in der Nähe von Krasnojarsk unterdevonische Ablagerungen in seine Faltung einbegriffen sind.

Die alten Felsarten zwischen dem Bruche am Jenissei und dem Jablonnoj bei Tschita bilden die Mitte jener ganzen grossen Anlage von Bogen, welche, unter mannigfaltigen Abweichungen und Beirrungen, aber doch im Ganzen unter homologer Anordnung, von Sachalin bis Java und bis an den Himalaja und den persischen Meerbusen reichen. Indem sie aber die Mitte bilden, soll damit noch nicht gesagt sein, dass sie der Ausgangspunkt sind. So weit aus einzelnen Angaben zu entnehmen ist, scheint vielmehr gegen diese Mitte des gewaltigen Aufbaues eher die Neigung zu einer Art von Rückfaltung gegen Innen vorhanden zu sein, und erst weiter gegen aussen nimmt mehr und mehr die Faltung gegen aussen zu, welche endlich zu den Deckschollen auf den inneren Ketten des Himalaja

und zu den grossen Überschiebungen seines Aussenrandes führt.

Der Aufbau der eurasiatischen Falten, so weit er auf asiatischem Gebiete liegt, beruht daher auf einem Plane, welcher bereits in vorcambrischer Zeit vorgezeichnet war, dessen Ausgestaltung aber in vielen Theilen bis in die jüngere Tertiärzeit heraufreicht und wahrscheinlich heute noch nicht abgeschlossen ist. Seine wesentlichsten Beirrungen bestehen in der Einschaltung der alten sinischen Tafel und in einer meridionalen Störung in der Nähe des Sailughuem.

3. Die Äste des Tian-shan stossen zuerst an die querstreichenden kirgisischen Falten. Nördlich von Karkaralinsk schaaren die beiden entgegengesetzten Richtungen, und erst südlich von den südlichsten Ausläufern der uralischen Falten gewinnen diese Äste freie Entwicklung und setzen sie sich in die Faltenzüge des mittleren Europa fort. Zugleich erfolgt die für Mittel- und West-Europa bezeichnende Wendung der faltenden Kraft gegen Nord. Auch diese Erscheinung ist aber von sehr hohem Alter, wie dies z. B. die vordevonischen caledonischen Falten beweisen. Die Anordnung der mitteleuropäischen Falten aber zeigt von den Gneissen der Hebriden bis zu dem Rande der Alpen ein, wenn auch durch posthume Bewegungen gemildertes, doch unzweifelhaftes Zurückweichen der Faltenbildung auf einen engeren, von Horsten umgrenzten Raum.

Die Aufeinanderfolge der hebridischen, caledonischen, der armoricanisch-variscischen und der alpinen Falten ist eine im Grossen einheitliche und ist zugleich bis zu einem gewissen Grade das Gegentheil der Anordnung in Asien, wo nicht nur an vielen Stellen im Inneren, sondern fast ringsum an der Peripherie junge Falten stehen, als bestehe heute noch das Streben nach Erweiterung.

Hiedurch stellt sich Europa in noch höherem Grade als ein Anhang oder als eine seitliche Erweiterung des östlichen Eurasien dar.

In Betreff des norwegischen Hochgebirges gehen die Ansichten der dortigen Forscher noch so weit auseinander, dass ein Vorbehalt für dieses Gebiet nöthig ist. Ferner ist zu bemerken, dass gerade in den Verbindungslinien, welche vom

Tian-shan und namentlich vom Hindukusch zu den europäischen Bergen ziehen, junge, hoch in die Tertiärzeit heraufreichende Bewegungen häufig sind, und dass die Frage noch nicht gelöst ist, ob auch zur Zeit der caledonischen Falten die Verbindung mit Asien auf demselben Gebiete südlich vom Ural vorhanden war. Immerhin sieht man, dass die Gesteinsbeschaffenheit der caledonischen Deckschollen von Gneiss jener des hebridischen Vorlandes verwandt ist, ferner, dass die älteren Massen, welche aus den Falten der Ardennen hervortreten, die Kennzeichen der caledonischen Discordanz besitzen, und dass ebenso in der Zone des Montblanc und in den karnischen Alpen der variscische Typus unterhalb der alpinen Falten sichtbar wird.

Die Beziehungen der europäischen Gebirgszüge zu dem Atlantischen Ocean sind die folgenden:

a) Der Bogen des westlichen Mittelmeeres krümmt sich bei Gibraltar ganz zurück, so dass eine Fortsetzung desselben in den Ocean nicht vorauszusetzen ist; sie wäre höchstens für den grossen Atlas N von Wadi Draa denkbar, aber diese Gegend ist sehr wenig bekannt.

b) Auch die Falten, welche die spanische Meseta bilden, verrathen in der Asturischen Mulde, dass sie in ähnlicher Weise auf sich selbst zurückgekrümmt sind; auch hier ist eine Fortsetzung gegen West nicht auf grosse Strecken hin vorauszusetzen.

c) In Betreff der etwaigen Fortsetzung der Pyrenäen wage ich trotz trefflicher neuer Untersuchungen keine Vermuthung auszusprechen.

d) Die armoricanischen Falten laufen von La Rochelle bis in die Nähe des Shannon, ganz im Gegensatze zu Gibraltar und der Meseta, gegen den Ocean in solcher Weise zur Riasküste aus, dass ihre einstige Fortsetzung in das Gebiet, welches heute der Ocean bedeckt, in hohem Grade wahrscheinlich ist. In der That ist die ganze sichtbare armoricanische Region nur das östliche Ende eines grossen und breiten, gegen Nord convexen Bogens. Derselbe ist der Hauptsache nach zwischen Mittelcarbon und Obercarbon entstanden, hat seither aber

posthume Bewegungen erfahren. Er besteht aus mehreren, hinter einander folgenden bogenförmigen Faltungen.

e) Die gegen Südwest streichenden, vordevonischen, caledonischen Falten besitzen im nördlichen und westlichen Irland eine solche Lage, dass ihr Aussenrand nicht allzuweit westlich von der Mündung des Shannon auf die armoricanischen Linien treffen möchte, vielleicht um unter denselben ebenso zu verschwinden, wie die weiter im Osten liegenden Faltenzüge desselben Bogens verschwinden, oder wie in Mähren die variscischen Falten unter jenen der Karpathen verschwinden.

f) Lewis und die westlichen Hebriden sammt einem geringen Theile der Halbinseln des westlichen Schottland bilden das Vorland der caledonischen Falten und sind nur der östliche Rand eines grossen archaischen Gebietes, welches heute vom Meere bedeckt ist und von welchem vor Zeiten die bedeutenden Mengen klastischen Sedimentes herabgetragen worden sind, welche in Wales und den Nachbargebieten die Mächtigkeit der älteren paläozoischen Ablagerungen veranlasst haben. Der hebridische Gneiss hat sicher eine weite Verbreitung gegen West besessen, wie dies von hervorragenden britischen Geologen öfters betont worden ist.

Hieraus ergibt sich für alle Vermuthungen über die Beziehungen Europas zu Amerika und über die Beschaffenheit des atlantischen Gebietes, dass die Küstenstrecken *a* (Gibraltar) und *b* (Meseta, asturische Falten) eine Fortsetzung ihrer Structur auf grössere Strecken gegen West nicht voraussetzen lassen, dass *c* (Pyrenäen) und *e* (caledonische Falten) unsicher sind, dagegen *d* (armoricanische Falten) und *f* (Hebriden) sich als die östlichen Endigungen oder Ränder von Regionen darstellen, welche vom Ocean bedeckt sind.

Diese Reihe von Vermuthungen führt dahin, dass unter dem nördlichen Atlantischen Ocean im Norden ein weites archaisches Gebiet und südlich von demselben gegen Nord gefaltete Bogen vorauszusetzen sind, in welchen das Obercarbon discordant auf abradirten älteren Faltungen ruht.

4. Es ist eine sehr merkwürdige Thatsache, dass die Ostküste von Nord-Amerika wirklich diesen Vermuthungen entspricht. Hier erscheinen wirklich mit Ausnahme einiger

möglicherweise caledonischer Strecken nur zwei tektonische Elemente und sie tragen im Wesentlichen die für *d* und *f* bezeichnenden Merkmale an sich. Sie sind durch die Belle Isle-Strasse und den unteren Lauf des S. Lorenzo getrennt.

Im Norden liegt die weite laurentische, archaische Masse, der canadische Schild, und breitet sich unter den horizontal gelagerten paläozoischen Sedimenten des arktischen amerikanischen Archipels wahrscheinlich weit gegen den Pol aus, zugleich nach Grönland hinübergreifend.

Südlich von demselben, in den Riasküsten von Neufundland, Nova Scotia und Neu-Braunschweig taucht ein Faltengebirge mit discordant transgredirendem Obercarbon hervor, welches ebenso deutlich die Zeichen der westlichen Fortsetzung eines grösseren Faltenzuges trägt, wie in Europa die armoricanischen Züge die Merkmale eines östlichen Endes tragen.

Die Fortsetzung sind die gegen Südwest ziehenden Appalachien. Neue Beobachtungen lehren aber, dass dort, wo einstens das südwestliche Ende der Appalachien vermuthet wurde, dieses gegen Nordwest gefaltete Gebirge nicht endet, sondern dass dasselbe eine concave Beugung des Streichens aus Südwest gegen West vollzieht und zugleich grosse Überschiebungen zeigt. Dabei sind die Überschiebungen gegen die Concavität des Bogens gerichtet, eine Erscheinung, welche, wenigstens in auch nur annähernd derselben Grossartigkeit, nirgends in Asien oder in Europa bekannt ist. Die Vorkommnisse in der concaven Strecke des bei Wien von den Alpen zu den Karpathen ziehenden Bogenstückes sind zu klein, um als Vergleich zu dienen.

Die gegen West streichende Fortsetzung der Appalachien erreicht das Flachland des Mississippi und verschwindet. Aber die neuen Untersuchungen in Arkansas, in Texas und im benachbarten Territorium der Indianer zeigen, dass an der Westseite der Niederung des Mississippi die Fortsetzung der appalachischen Falten wieder zu Tage tritt und durch die Ouachita-Berge als eine lange und in viele vereinzelte Falten zerlegte Zunge bis in die Nähe des Meridians 100° Greenw. reicht.

Hier tritt noch deutlicher die Abweichung von der in Eurasien bekannten Anlage der Bogen auf, denn das Vor-

land wird in concaver Linie von den Falten umgeben. Ähnliches sieht man weder in Europa, noch in Asien.

In den letzten Jahren wurde die Thatsache festgestellt, dass die Sierra Madre, welche aus Granit und archaischen Felsarten besteht, der mexicanischen Westküste folgend, über den Golf von Tehuantepec fortsetzt und durch eine Beugung gegen Ost in jene Kette übergeht, welche quer über Guatemala zum Amatischen Golf zieht. Die Sierra Madre hat daher einen ähnlichen concaven Bau wie der südliche Theil der Appalachien. Hiedurch ändern sich die bisher von dem nördlichen Mittel-Amerika gegebenen Schilderungen. Der ganze mexicanische Golf und die cambrische Scholle von Austin (Texas) treten zwischen die beiden concaven Ketten ein.

An den völlig eigenartigen Bau der Rocky Mountains im engeren Sinne (Colorado Front Range u. And.) und ihre zurückgebeugten Kulissen knüpfen sich neben den alten Fragen nun neue Fragen an, über deren Lösung ich heute keine Vermuthung wagen möchte. Sicher ist, dass nördlich von diesen im östlichen Theile des Gebirges in Wyoming Bewegung und Faltung gegen Nordost und Nordnordost, in Montana, in 45° bis 46° n. Br., oftmalige Überschiebung gegen Ost vorhanden ist. In gleicher Weise ist, wie bereits erwähnt wurde, die Cordillere in Canada durch ausserordentliche Überschiebungen gegen Ost ausgezeichnet. So wird die laurentische Masse von Ost, Süd und West von den Ketten umfasst, und die faltende Bewegung wendet sich allenthalben gegen Innen, d. i. gegen West, Nord und Ost.

Nun begreift man auch leichter die oft erwähnte Thatsache, dass in Asien die Faltung gegen Ost, Süd und West, in Europa aber gegen Ost, Nord und West gerichtet ist. Die europäischen Ketten bilden eben den Übergang von der asiatischen zu der amerikanischen Structur.

II.

Indem ich mir nochmals vorbehalte, an einem anderen Orte dankbar die Beobachter zu nennen, welche meine Lehrer gewesen sind, und die Einzelheiten namentlich des Baues von Inner-Asien anzuführen, mögen nun einige von den Folge-

rungen angeführt werden, welche aus diesen Erfahrungen fliessen.

Zuerst der in die Augen springende Gegensatz zwischen Eurasien und Nordamerika; das erste Gebiet zeigt ein Abfliessen der Falten oder Bewegung gegen aussen und das zweite höchstens mit Ausnahme der Coast Ranges, ein Zufliessen oder Bewegung gegen innen. Hiemit ist, strenge genommen, etwas Neues nicht gesagt. Viele der hervorragendsten Kenner Asiens, wie Semenow, F. v. Richthofen, Griesbach, Edm. Naumann, haben je nach ihrem Standpunkte bald das treppenförmige Herabsinken des ganzen östlichen Asien am Jablonnoj, am grossen Chingan und den Küstenlinien, bald eine südwärts gerichtete Bewegung der ganzen Masse, oder eine erhöhte Calotte mit peripherischen Brüchen gesehen, aber immer kehrt die Vorstellung von einer grossen Einheit der Structur und oft auch jene von einer mehr oder minder concentrischen Anordnung oder von der Massenbewegung gegen aussen zurück. In Nord-Amerika haben sich die entgegengesetzten Vorstellungen entwickelt. Dana, Leconte, Dutton und andere bedeutende Fachmänner haben unter verschiedenen Abänderungen die Lehre vertreten, dass Gebirgsketten gebildet werden durch das Sinken der Oceane, d. i. dass sie gleichsam von aussen her dem bestehenden alten Kerne des Festlandes (in diesem Falle der laurentischen Masse) angegliedert oder angeschoben werden. Hieraus hat sich weiter die Lehre von der Isostasie entwickelt, nämlich die Ansicht, dass stärkere Belastung der Oberfläche durch Sedimente Senkung, und dafür an anderer Stelle Hebung hervorbringt.

In diesem Gegensatze der allgemeinen Begriffe von dem Wesen der Festländer und ihren Beziehungen zu den Meeren, welche einerseits in Asien und anderseits in Amerika aus der Beobachtung der Natur hervorgegangen sind, spiegelt sich der thatsächlich vorhandene völlige Gegensatz der Structur, und weil die amerikanischen Ansichten auf dem besonderen Baue des nordamerikanischen Festlandes beruhen, haben sie in Europa nicht das gleiche Mass von Aufmerksamkeit gefunden.

Aber nicht nur dieser Gegensatz ist schon aus früheren Schriften herauszulesen. Marcel Bertrand hat auch bereits im

Jahre 1887, von Betrachtungen ausgehend, welche in Betreff des Atlantischen Oceans mit den hier ausgesprochenen nahe übereinstimmen, eine verbindende Linie von den armoricanischen Falten quer über den Ocean gegen Neufundland gezogen.[1]

Dieses will mit anderen Worten sagen, dass die vor dem Schlusse der Carbonzeit aufgefalteten Bogen entweder unmittelbar oder durch den Anschluss selbständiger, unter dem Atlantischen Ocean begrabener Bogenstücke sich gegen Westen fortsetzen, mit ähnlicher Structur an der Nordostküste Amerikas wieder hervortreten, dann eine concave Beugung vollziehen und erst in den Ouachita-Bergen enden.

Hieraus folgt weiter, dass der nördliche Atlantische Ocean jünger ist als dieses Gebirge. Dies stimmt auch mit sonstigen Erfahrungen überein. Viel schwieriger ist es, die Rolle des weit älteren Pacifischen Oceans zu verstehen. In Asien sieht man Bogen neben Bogen; öfters sind zwei oder mehr in spitzem Winkel schaarende Bogen von einem grösseren, gemeinsamen Bogen umspannt, so in Kleinasien und in Iran. Sehr gross wird der burmanische Bogen. Man kann sich vorstellen, dass, endlich an einem Hindernisse angelangt, die grössten Bogen sich in lange, zum Schlusse concave Linien umgestalten, wie die Appalachien und die Sierra Madre. Eine solche Vorstellung setzt aber voraus, dass die ursprüngliche Anlage der westamerikanischen Cordillere noch älter sei als der Pacifische Ocean, dass die nördlichen Coast Ranges mit ihrem sehr langen und nicht vor die mesozoische Zeit zurückreichenden Granitzuge und mit ihren sehr jungen Bewegungen eine spätere Zwischenbildung seien und dass die cretacischen Überschiebungen des Nordostrandes der Cordillere von posthumen Bewegungen stammen.

Die weitere Prüfung dieser Frage mag dem Zeitpunkte vorbehalten bleiben, in welchem auch die südliche Hemisphäre in Betracht gezogen werden wird. Deutlich erkennbar ist bereits heute, dass der Gegensatz zwischen dem Baue des nördlichen Amerika und des östlichen Asien eine

[1] Bull. soc. géol. 2. sér., XV, p. 442. Herr Marcel Bertrand geht noch weiter und verbindet auch die Green Mountains mit der caledonischen Zone. Dieselben stellen in der That das Hervortreten von Faltungen dar, welche älter sind als die armoricanische Discordanz.

bis in die cambrische Zeit zurückreichende seitliche Asymmetrie dieser Hemisphäre verräth. Man sollte nicht sagen eine ursprüngliche Asymmetrie, denn die laurentischen Gesteine wurden auch, und zwar in vorcambrischer Zeit, gefaltet. Die Richtung dieser Faltungen scheint eine ganz selbständige gewesen zu sein, aber man kennt ihr Streichen nur in einem verhältnissmässig geringen Theile des weiten Gebietes.

Es liegt nahe, zu vermuthen, dass die Bildung der nach Nord geöffneten Bogen in Asien in irgend welchem Zusammenhang stehe mit einem Abflusse überschüssiger Erdmasse vom Pol, d. i. mit der Abplattung desselben. Man kann auch eine gewisse Ähnlichkeit zwischen diesem Bogen und dem Verlaufe der Moränen, sowie der Gestalt der Gletscherzungen wahrnehmen, welche Chamberlin quer über den Osten der Vereinigten Staaten zeichnet. Wir werden an einem späteren Zeitpunkte zu untersuchen haben, ob in der südlichen Hemisphäre nach Nord gewendete Bogen vorhanden seien, aber jetzt schon tritt der Einfluss der laurentischen Masse (mit Grönland und einem Theile der Polarländer) auf alle ähnlichen Hypothesen deutlich genug hervor.

Auffallender als irgend ein Zusammenhang mit dem Rotationspol tritt eine gewisse Beziehung zu dem magnetischen Pole hervor, welcher mitten in dem Gebiete des Zuflusses liegt. In der That scheint die Vertheilung der Leitlinien für den von Edm. Naumann und anderen Forschern vermutheten Zusammenhang der gebirgsbildenden Kraft mit dem Erdmagnetismus zu sprechen, und zwar in dem Sinne, als sei der letztere eine auch durch andere Momente beeinflusste Folgeerscheinung.

Nun zeigt sich auch, dass die Zerlegung der Bewegungen in tangentiale (faltende) und in verticale (sinkende) Bewegungen noch weit schärfer gefasst werden muss, als dies bisher geschah. Das Verhalten des jüngeren Atlantischen Oceans zu den Faltenzügen lässt dies deutlich erkennen. Den scharfsinnigen Vergleichen, welche vor längerer Zeit namentlich von Reyer zwischen Gebirgsfaltung und fliessender Bewegung gezogen wurden, ist damals nicht mit Unrecht entgegen-

gehalten worden, dass ein Gefälle für eine solche fliessende Bewegung nicht erkennbar sei. Sobald es uns gelingt, die ganze Hemisphäre zu überschauen und eine Region des Abflusses und eine solche des Zuflusses zu unterscheiden, gewinnt auch diese Frage neue Bedeutung.

In Betreff der oft erörterten Frage von der Permanenz der Festländer und der Oceane erkennt man Folgendes. Einzelne Faltenzüge werden gebrochen und in Horste aufgelöst, und jüngere Falten stauen sich an den Horsten. Die Lage der Region des Abflusses und der Region des Zuflusses, sowie die Anordnung der oberflächlichen Spannungen, welche in den Leitlinien der Falten Ausdruck findet, ist dabei in der nördlichen Hemisphäre seit der cambrischen Zeit, d. i. seit der Existenz der ältesten bekannten Spuren organischen Lebens bis zum heutigen Tage in ihren Hauptzügen dieselbe geblieben. Ein gleicher Grad von Permanenz kommt jedoch den Oceanen nicht zu. Während dieser Zeit haben sich neue Oceane durch Senkung gebildet, deren Altersfolge sich in den Transgressionen ausprägt. Andere Oceane sind verschwunden, theils in Folge der neuen Senkungen selbst und theils durch die Aufthürmung neuer Faltenzüge nach dem alten Plane.

So ändern sich die Umrisse der Festländer und der Meere trotz der Stetigkeit in dem Plane der Leitlinien.
